

Anabaena compacta (Nygaard) Hickel - Új kékalga faj a Balaton üledékében és planktonjában

Padisák Judit és Kovács Attila

Magyar Tudományos Akadémia Balatoni Limnológiai Kutatóintézet, 8237 Tihany

A Balaton algaflórája világviszonylatban is a legjobban kutatottak közé tartozik. A florisztikai eredményekről az 1960-as évek közepéig rendszeresen jelentek meg összefoglaló tanulmányok (Kol, 1938; Szemes, 1957; Tamás, 1959, 1963, 1964a). Ezekben 13 planktonikus, heterocitás kékalga faj jelenlétére találunk utalást, s kivétel nélkül az *Anabaena* és az *Aphanizomenon* genusba tartoznak. A hatvanas évek végén megindult eutrofizálódással párhuzamosan - s annak jeleként is - újabb fajok jelentek meg. 1972-ben regisztrálták a *Raphidiopsis mediterranea*-t és 1973-ban az *Aphanizomenon issatschenkoi*-t. A hetvenes évek közepétől vannak adatok az *Anabaenopsis* fajokra. 1976-ban találtuk meg először az *Aphanizomenon aphanizomenoides*-t, s 1978-ban jelent meg a *Cylindrospermopsis raciborskii*. A Balatonból eddig 24 heterocitás kékalga taxon előfordulását írták le, ebből 12 *Anabaena*, 5 *Aphanizomenon*, 5 *Anabaenopsis*, 1 *Raphidiopsis* és 1 *Cylindrospermopsis* (1. táblázat).

Aphanizomenon - A jelenlegi taxonómiai álláspont szerint a Balatonból leírt taxonok mindegyike érvényes. A legújabb kutatások arra utalnak, hogy az *A. flos-aquae* var. *klebahnii*-t önálló fajként lesz célszerű elkülöníteni (B. Meyer, szóbeli közlés).

Raphidiopsis - A genus jól körülhatárolt, a tipikus példányok határozási nehézséget nem okoznak.

Anabaenopsis - A genus revíziója Jeeji-Bai et al. (1977) cikkében található. Eszerint az *Anabaenopsis elenkinii* jól elkülöníthető, nagy morfológiai variabilitású faj. Tőalakja a f. *elenkinii*, és számos, korábban önálló fajként leírt taxon e faj formakörébe tartozik. Így az *Anabaenopsis hungarica* Halász jelenleg *Anabaenopsis elenkinii* var. *hungarica* (Halász) Jeeji-Bai és az *Anabaenopsis circularis* (G. S. West) Miller pedig *Anabaenopsis elenkinii* f. *circularis* (G. S. West) Jeeji-Bai. Az *Anabaenopsis raciborskii* Wolosz.-t Seenayya & Subba Raju (1972) *Cylindrospermopsis raciborskii* (Wolosz.) Seenayya & Subba Raju néven generikus rangra emelte. A két genus közti fő különbség a heterocita-képzésben van: az *Anabaenopsis*-nál a heterociták két, a fonalban középső állású sejtből képződnek, a fonal csak ezután szakad két egyedre. Emiatt mindig két végálló heterocitát találunk, sőt gyakran a fonal közepén is még kettőt. A *Cylindrospermopsis*-nál a fonal előbb szegregálódik, aztán differenciálódik a heterocita a végálló sejtekből. Emiatt gyakori, hogy egyáltalán nincs heterocita a fonalon, vagy csak egy van. Az elkülönítés jogosságát vitatták (Jeeji-Bai et al., 1977), de később általánosan elfogadottá vált (Horecká & Komárek, 1979). Hamar (1977) elemzése alapján a *Cylindrospermopsis raciborskii* var. *longiscellula* Szalai-t elfogadják (Horecká & Komárek, 1979), bár jelen cikk szerzői szerint

a Szalai (1942) által közölt leírás és rajz alapján még az is kétséges, hogy az adott egyed *Cylindrospermopsis*-e egyáltalán

1. táblázat - Table 1

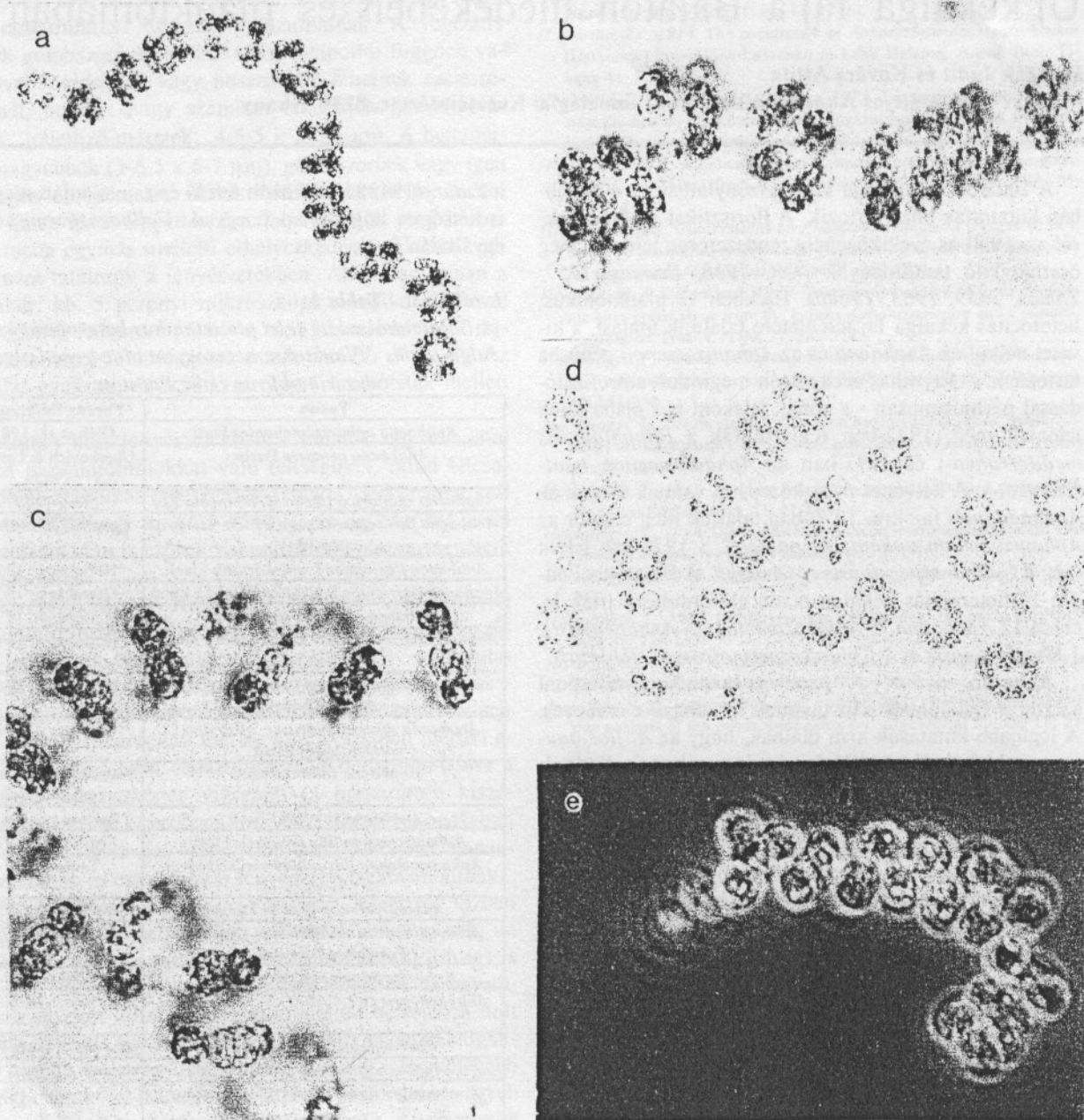
A Balatonból eddig leírt planktonikus heterocitás kékalga fajok. - Planktonic heterocytic blue-green algae described from Lake Balaton.

Taxon	Forrás/Reference
<i>Anabaena aphanizomenoides</i> Forti	Oláh et al., 1981
<i>Anabaena contorta</i> Bachm.	Uherkovich & Lantos, 1987
<i>Anabaena cylindrica</i> Lemm. f. <i>limnicola</i> Kol	Kol, 1938
<i>Anabaena flos-aquae</i> (Lyngb.) Bréb. var. <i>gracilis</i> Kleb.	Hortobágyi, 1943a, b
<i>Anabaena flos-aquae</i> f. <i>apterikaria</i> Elenk.	Hortobágyi, 1962
<i>Anabaena flos-aquae</i> f. <i>jakutica</i> (Kissel.) Elenk.	Hortobágyi, 1962
<i>Anabaena planktonica</i> Brunnth.	Hortobágyi, 1959
<i>Anabaena scheremetievi</i> Elenk. var. <i>incurvata</i> Elenk.	Hortobágyi, 1948
<i>Anabaena scheremetievi</i> var. <i>incurvata</i> f. <i>ovalispora</i> Schkorb.	Hortobágyi, 1946
<i>Anabaena scheremetievi</i> var. <i>incurvata</i> f. <i>rotundospira</i> Elenk.	Hortobágyi, 1946
<i>Anabaena solitaria</i> Kleb.	Padisák, publikálatlan (unpublished)
<i>Anabaena spiroides</i> Kleb.	Hortobágyi, 1943a
<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> (L.) Ralfs	Istvánffy, 1897
<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> var. <i>klebahnii</i> Elenk.	Tamás, 1954
<i>Aphanizomenon gracile</i> Lemm.	Hortobágyi, 1959
<i>Aphanizomenon issatschenkoi</i> (Ussatzew) Proschkina-Lawrenko	H.-Bartha, 1974
<i>Aphanizomenon ovalisporum</i> Forti	Tamás, 1959
<i>Anabaenopsis circularis</i> (G.S. West) Miller	Uherkovich & Lantos, 1987
<i>Anabaenopsis elenkinii</i> Miller	Hegewald et al., 1975
<i>Anabaenopsis hungarica</i> Halász	Németh & Vörös, 1986
<i>Anabaenopsis raciborskii</i> (Woloszynska) Elenk.	Oláh et al., 1981
<i>Anabaenopsis raciborskii</i> var. <i>longiscellula</i> Szalai	Uherkovich & Lantos, 1987
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> (Wolosz.) Seenayya & Subba Raju	Padisák, 1994
<i>Raphidiopsis mediterranea</i> Skuja	Tamás, 1974

Anabaena - Az *Anabaena* fajok taxonómiája a fenti nemzetségeknél jóval problematikusabb. A balatoni fajok közül taxonómiailag tiszta az *Anabaena aphanizomenoides* Forti helyzete: Horecká & Komárek (1979) *Aphanizomenon aphanizomenoides* (Forti) Horecká & Komárek néven átsorolta az *Aphanizomenon* genusba. A Botanikai Kódex trinomiális szabálya (a genus és fajnév után csak egy fajalatti taxon megjelölés - ez lehet subspecies, varietas vagy forma - fogadható el) miatt az *Anabaena scheremetievi* var. *incurvata* f. *ovalispora* Schkorb. és a *Anabaena scheremetievi* var. *incurvata* f.

rotundospora Elenk. bizonyosan szabálytalan taxon megjelölések. A többi taxont balatoni mintákban és tenyészetekben is vizsgálni kell, bár ezt nehezíti, hogy a

nyolcvanas évek végétől a populációik jelentősen gyérültek, emiatt az anyagok begyűjtése nehéz, vagy lehetetlen.



1. ábra - Figure 1:

Anabaena compacta fonalak az ACT-9510-es törzsből (a, b), melyek huzamosabb mikroszkópos vizsgálat során fellazulnak (c), végül 1-11 sejt darabokra esnek (d). e: *A. compacta* fonal a Keszthelyi öbölből (fáziskontraszt). - Filaments of the ACT-9510 *A. compacta* strain (a, b). After some minutes of microscopic investigation the windings are getting looser (c) then segregate (d). e: *A. compacta* from the plankton of Keszthely Bay of Lake Balaton (phase contrast).

1994-ben a Balaton Keszthelyi öblében vett üledékmagból kitenyésztettünk¹ egy olyan *Anabaena* fajt, me-

lyet nyíltvízi mintákban addig nem találtunk, s amelyet *Anabaena compacta* (Nygaard) Hickel-ként határoztunk meg. A faj egyetlen egyedét megtaláltuk az 1996 augusztus 29-én, a Keszthelyi-öbölben gyűjtött anyagban. Az *Anabaena compacta*-t Nygaard (1949) írta le *Anabaena spiroides* var. *minima* f. *compacta* Nygaard néven, később Hickel (1985) emelte faji rangra.

A tenyészetben a fonalak átlagos hossza (képzetbeli "kihúzás" nélkül) 55-85 μm , melyben 7-8 csavarulatot lehet megszámolni (1. ábra, a, b), ezek szélessége 13-16

¹ A 1994 október első hetében, üledék csőmintavevővel, az üledék felső két centiméteres rétegéből vett mintát nitrogénmentes BG11 tápoldatban (Rippka, 1979) inkubáltuk szobahőmérsékleten. A folyadék tenyészetben szaporodó fonalakat nitrogénmentes BG11 tápoldatot tartalmazó agar táptalajra kentük. Lemezen való szélesztés módszerével izoláltuk a törzset, mely az ACT-9510 (Algal Cultures Tihany) törzsszámmal kapta. Az izolált törzset nitrogénmentes BG11 tápoldatban, illetve nitrogén mentes BG11 tápoldatot tartalmazó agar táptalajon tartjuk fenn.

μm . A leghosszabb fonalakon 25-30 csavarulatot tartalmazhatnak. A csavarulatok a dugóhúzó-szerűen is szorosabban illeszkednek egymásra, helyenként egy vagy két csavarulatnyi hosszon fellazulhatnak. A vegetatív sejtek gömbszerűek, az osztódási állapottól függően valamivel rövidebbek vagy hosszabbak lehetnek szélességüknél, bennük nagy számban találhatók gázvakuolumok. Jellemző méretek: $4,5-5 \times 5-6,5 \mu\text{m}$. A heterociták nagyobbak ($5-6,5 \times 6-7 \mu\text{m}$), gömbszerűek vagy igen gyengén elliptikusak. Rendszerint vegetatív sejtek veszik közre őket. Egyetlen fonalon figyeltük meg három heterocita egymás melletti elhelyezkedését. Akinétát eddig nem találtunk a tenyészetekben. Az élő anyagban a fonalak kb. 5 percnyi mikroszkópi vizsgálat elteltével elkezdnek fellazulni (1. ábra, c), s hamarosan 1-11 sejtet tartalmazó fonalrészekre csúsznak szét (1. ábra, d). Az elválás gyakran, de nem kizárólag a heterociták mellett történik.

Miután más tenyészetekben a fonalak egy idő után mind gázvakuolumokkal való teltségüket, mind felcsavarodott alakjukat elvesztették (Hickel, 1982) meg kell jegyeznünk, hogy az ACT-9510 törzs egyedei két évvel az izolálás után is erősen vakuolizáltak, csavarmeneteik jellegzetesek.

Az 1996-ban a Keszthelyi öbölben vett nyíltvízi planktonmintában talált egyetlen példányt membránszűrőn tömörített, élő anyagban vizsgáltuk. 10 csavarulatot tartalmazott, melyek a tenyésztett anyagban tapasztalhatónál is szorosabbak voltak. Mind a vegetatív sejtek, mind a heterociták mérete a tenyészetben mérttel azonos volt. A fonal fellazulása majd feldarabolódása a hosszas mikroszkópos vizsgálat (a preparátum kiszáradt) során sem következett be. A faj közeli rokonságban áll az *Anabaena spiroides* Kleb.-szel, amelynek hasonlóan szabályos csavarulatai lényegesen lazábban állnak.

Az *Anabaena compacta*-t számos, hipertróf vízben megtalálták (Hickel, 1985). A fonalak magányosak, de makroszkopikus aggregátumokat (átmérő $300 \mu\text{m}$ -ig) is találtak, melyekből sugár irányban álltak ki az egyedi, felcsavarodott fonalak, s az aggregátum belsejében holt sejtek tömegét figyelték meg. Általában egyéb kéalgákkal együtt, szórványosan fordul elő, de a legmelegebb hónapokban vízvirágzást is okozhat. Előfordulása egyéb hazai, eu- és hipertróf vizekben is várható. Általánosabb ökológiai kontextusban figyelmet érdemel az a tény, hogy a fajt előbb találtuk meg "nyugvó" formában, mint a planktonban. Ez megerősíti azt a mind elterjedtebb és elfogadottabb nézetet, hogy a tavak üledéke egy egyféle génbanknak tekinthető melyben olyan fajok propaguluma is megtalálható, melyek nem mutatnak nyíltvízi növekedést.

Az itt közölt adat mind a Balaton, mind Magyarországi flórájára nézve új.

Köszönetnyilvánítás

A határozás helyességét dr. Barbara Meyer (Max-Planck-Institute, Plön) erősítette meg, melyet hálással köszönünk. A florisztikai adatok a Magyar Természettudományi Múzeum Növénytárának *Flora et Iconographia Algarum Hungariae* adatbankjából származnak. A munkát a Miniszterelnöki Hivatal Balaton kutatási programja támogatta.

Irodalom - References

- Hamar, J., 1977. Data on knowledge of the blue-green alga *Anabaenopsis raciborskii* Wolosz. Tiscia 12: 17-20.
- II-Bartha, Zs., 1974. The occurrence of *Aphanizomenon issatschenkoi* (Ussaczew) Proschkina-Lavrenko in Lake Balaton. Annal. Biol. Tihany 41: 127-131.
- Hegewald, E., N. Jeeji-Bai, M. Hesse, 1975. Taxonomische und floristische Studien an Planktonalgen aus ungarischen Gewässern. In: Algological Studies 13 - Arch. Hydrobiol. Suppl. 46: 392-432.
- Hickel, B., 1982. A helical, bloom-forming *Anabaena*-like blue-green alga (Cyanophyta) from hypertrophic lakes. Arch. Hydrobiol. 95: 115-124.
- Hickel, B., 1985. Observations on *Anabaena compacta* (Nygaard) nov. comb. (Cyanophyta) with helical, planktonic filaments and macroscopic aggregates. Algological Studies 71: 269-270.
- Horecká, M. & J. Komárek, 1979. Taxonomic position of three planktonic blue-green algae from the genera *Aphanizomenon* and *Cylindrospermopsis*. Preslia, Praha 51: 289-312.
- Hortobágyi, T., 1943a. Előzetes jelentés a Balaton öt boglári biotopjainak mikrophytobiocenosis-vizsgálatáról. Botanikai Közlemények 40: 243-278.
- Hortobágyi, T., 1943b. Adatok a Balaton boglári sestonjában, psammon-jában és lasionjában élő moszatok ismeretéhez. Annal. Biol. Tihany 15: 75-127.
- Hortobágyi, T., 1946. 33 eddig ismeretlen moszat a Balaton sestonjából. Botanikai Közlemények 43: 11-21.
- Hortobágyi, T., 1948. Újabb adatok a Balaton mikrovegetációjához. Dunántúli Tudományos Intézet Kiadványai 10: 1-16.
- Hortobágyi, T., 1959. Algák a Balatonból. Annal. Biol. Tihany 26: 329-342.
- Hortobágyi, T., 1962. Két vízvirágzás a Balatonon. Botanikai Közlemények 49: 233-237.
- Istvánfi, Gy., 1897. A Balaton moszatflórája. A Balaton Tudományos Tanulmányozásának Eredményei II/2: 1-140.
- Jeeji-Bay, N., E. Hegewald & C. J. Soeder, 1977. Revision and taxonomic analysis of the genus *Anabaenopsis*. Algological Studies 18: 25-32.
- Kol, E., 1938. Algenvegetation de Balaton-Sees. Annal. Biol. Tihany 10: 154-161.
- Németh, J., L. Vörös, 1986. Konceptió és módszertan felszíni vizek algológiai monitoringjához. In: Környezet- és természetvédelmi kutatások 5. Országos Környezet- és Természetvédelmi Hivatal, Budapest pp. 136.
- Oláh, J., M. I. ElSamra, M. A. Abdel-Moneim, L. Tóth & L. Vörös, 1981. Nitrogénkötés halhústermelő agroökoszisztémákban. A halhústermelés fejlesztése 10, HAKI, Szarvas.
- Padisák, J., 1994. Relationships between short-term and long-term responses of phytoplankton to eutrophication of the largest shallow lake in Central Europe (Balaton, Hungary). In: Sund, H., H.-H. Geller, W. Xiaogan, Y. Kechang & S. Fengnind (eds.) Environmental Protection and Lake Ecosystem. Science and Technol. Press, Beijing: 419-437.
- Rippka, R., Deruelles, J. B. Waterbury, M. Herdman & R. Y. Stanier, 1979. Generic assignments, strain histories and properties of pure cultures of cyanobacteria. J. Gen. Microbiol. 111, 1-61.
- Seenayya, G. & N. Subba Raju, 1972. On the ecology and systematic position of the alga known *Anabaenopsis raciborskii* (Wolosz). Elenk. and a critical evaluation of the forms described under the genus *Anabaenopsis*. In: Desikachari, T. V. (ed.) Taxonomy and Biology of blue-green algae; Madras: 52-57.
- Szalai, I., 1942. Adatok a Kőrösök pseudophytoplanktonja ismeretéhez. Acta Univ. Szegediensis Sect. Sci. Nat. Pars Bot. 1: 113-154.
- Szemes, G., 1957. Die Diatomeen des Balaton-Sees. Annal. Biol. Tihany 24: 193-270.
- Tamás, G., 1954. Mennyiségi planktontanulmányok a Balatonon IV. A negyvenes évek fitoplanktonjáról. Annal. Biol. Tihany 22: 95-110.
- Tamás, G., 1959. Algenflora des Balatonsees 1938-1958. Annal. Biol. Tihany 26: 349-392.
- Tamás, G., 1963. Kieselalgen des Balaton-Sees 1956-1961. Annal. Biol. Tihany 30: 167-218.
- Tamás, G., 1964a. Die Algenflora des Balaton-Sees (Zusammengestellt nach Angaben aus den Jahren 1959-1963). Annal. Biol. Tihany 31: 245-253.
- Tamás, G., 1964b. Adatok a Balaton moszatflórájához III. Bevonatok algológiai vizsgálata a tó makrovegetációján 1963-ban. Annal. Biol. Tihany 31: 255-272.

Tamás, G., 1974. The occurrence of *Raphidiopsis mediterranea* Skuja in the plankton of Lake Balaton. *Annal. Biol. Tihany* 41: 317-321.

Uherkovich, G., Lantos, T., 1987. Angaben zur Kenntnis der Algenvegetation auf der Sedimentoberfläche im Balaton (Plattensee), Ungarn. *Limnologica* (Berlin) 18(1): 29-67.

Vörös, L., 1982. Quantitative and structural changes of phytoplankton in lake Balaton between 1965-1978. *Aquacultura Hungarica* (Szarvas) 3: 137-144.

Anabaena Compacta (Nygaard) Hickel -

A new blue-green algal species in the sediments and plankton of lake Balaton

Authors' address: Balaton Limnological Institute, Hungarian Academy of Science, H-8237 Tihany, Hungary

Summary: *Anabaena compacta* (Nygaard) Hickel was isolated from a sediment core taken in October 1994 in the hypertrophic Keszthely Bay of lake Balaton, the largest shallow lake of Central Europe. The sample were incubated in room temperature in N-free BG11 medium (Rippka, 1979). Then filaments were moved to agar plates containing N-free BG11 medium. The strain was isolated from agar plates and got the name ACT-9510. It is maintained in liquid and agar-plate cultures both containing N-free BG11 medium. A single filament was found in a plankton sample taken in Keszthely Bay of the Balaton on 29 August 1996.

Morphological description of filaments of the ACT-9510 *A. compacta* strain:

Filaments are solitary, free-floating and most are regularly helical (Fig 1a, b). Their average length is 55-85 μm along which 7-8 tight windings can be counted. The width of the windings is 13-16 μm . Longer filaments, up to 25-30 windings, also occur. Vegetative cells are spherical or slightly ellipsoid, they contain numerous gas-vacuoles, their sizes are 4.5-5.5 \times 5-6.5 μm . Akinetes are also spherical or slightly ellipsoid and they are somewhat bigger (5-6.5 \times 5.5-7 μm). We did not find akinetes in the cultures. After 5 minutes of microscopic investigation the filaments become increasingly looser (Fig 1c) then they completely brake to 1-11 celled segments (Fig 1d). It occurs usually but not exclusively beside the heterocytes. Filaments of the ACT-9510 *A. compacta* strain did not loose their original morphology after 2 years of cultivation as it was observed in other cases (Hickel, 1982).

The single filament that was found in Keszthely Bay of the Balaton in August 1996 had even tighter windings (Fig. 1e). Sizes of vegetative cells and heterocytes fell into the range of the ACT-9510 culture material. *Anabaena compacta* is new for the flora of lake Balaton and of Hungary.

The first part of the paper discusses the recent taxonomic position of heterocytic blue-green algae described from Lake Balaton until now (see Table 1).

